

叶天舟¹

¹西安交通大学、西安、陕西、中国

Abstract

空间堆中的热离子转换器（TEC）由于在将核反应堆中产生的热能向机械能转换的过程中不需要中间步骤，相比于布雷顿循环等动态转换方式更紧凑、质量更轻且无声，同时又比温差电转换等其他静态转换方式效率较高。由于热离子反应堆的实验研究和测试是一项复杂而昂贵的工作，因此需要通过仿真模拟对热离子转换器进行性能分析及优化设计，并对未来的实验设计提供依据。本文使用COMSOL®软件对多节串联热离子转换器实验装置进行了温度、力学和热电转换的耦合计算，采用2维轴对称几何建模，核反应热源通过电加热模拟，热阱采用共轭传热模拟。相比单节热离子转换器，多节热离子转换器一节的接收极与另一节的发射极之间需要通过换向件串联，该模型对换向件的结构进行了优化设计。在发电工况下，确定了合适的加热功率和间隙氦气压力以得到最大热电转换效率所需的温度分布，并对转换器的结构进行了优化设计以保证每节转换器处于相似的工况并保证输出电流的相互匹配。计算得到装置的转换效率能达到7%左右。

Figures used in the abstract

Figure 1: 多节热离子转换器电子发射原理及电路连接方式